(昭和十二年十一月七日造船協會講演會に於て講演)

黒龍丸級船水管式汽罐とメカニカル ストーカに就いて

工學士 三菱重工業株式會社 幸 田 功
長崎造船所技師

Abstract.

On the Water Tube Boilers and Mechanical Stokers in the S. S. "Kokuryu-Maru" and Her Sister Ship.

By I. Koda, *Kogakusi, Nagasaki Shipyard, Mitubisi Heavy Industry Co., Ltd.*

Up to the present, 17.5 kg/cm² G. and 365°C were the highest pressure and temperature in steam plants of merchant vessels, in this country.

The steam condition of 27 kg/cm² G. and 390°C was adopted in these new ships, where coal was the fuel, in order to improve the whole plant efficiency, also save weights and spaces of boilers.

The three main boilers are the Mitubisi three drum type marine water tube boilers, having the heating surface of 385 square meters each, equipped with the Taylor multiple-retort underfeed stokers for burning the Fushun coal, the horizontal type convection superheaters and the tubular air preheaters.

On the official sea trials of the S. S. "Oryoku-Maru," the whole plant efficiency of 18.9% was obtained.

1. 緒 言

從來本邦商船用汽罐に於ける蒸気状態は最高圧力 17.5 珎/珎²最高温度 365°C 程度なりしが、最近就航せる大阪商船會社大連航路船黒龍丸及鴨綠丸(長崎造船所建造)の2船に於ては石炭燃焼を以て効率の高上、汽罐重量並にスペースの減少を企圖し、蒸気状態としては汽罐に於て 27 珎/珎² 390°C の從來に無き高压高温が採用せられ、従つて汽罐装置としては本邦最初の試みたるメカニカルストーカ附水管式汽罐が裝備せられたり。

公試運轉の結果は別表(第2, 3 及 4 表)に示す如く鴨綠丸は全プラント熱効率 18.9% を得、尙就航後は同航路の略々同型船にしてスコッチ型汽罐裝備の吉林丸級に比し、航海中軸馬力當りの石炭消費量は約 20% 少き成績を得つゝある由なり。

黒龍丸級船の主汽罐 3 罐及補汽罐 2 罐の罐水を含む全重量は吉林丸級船のスコッチ型汽罐 6 罐の全重量の約 63% に當り、尙前者の汽罐室全長は後者の約 75% に當り、汽罐重量並にスペースを著しく減少するを得たり。

本船は高压高温を採用せる關係にて機關各部に種々特異點あるも、本講演に於ては主として汽罐及同附屬装置に就き説明せんとす。

2. 蒸 気 状 態

機關全效率の高上を企圖し而も信頼度高き事を目標とし、本船として適當なる蒸気狀態としては汽罐に於て圧力 27.5 瓦/厘²溫度 390°C が採用せられたり。本圧力に於ては汽罐々胴は鉚接合にて而も信頼度高く設計する事を得、尙此溫度に對しては過熱器管は普通炭素鋼管を使用し溫度調整裝置の必要を認めず。

3. 汽 罐 型 式 及 數

前記の蒸気壓力に對し當然水管式汽罐を採用する必要あり、本船に對しては配置及性能の點より第 5 圖に示す三胴型を最も適當なるものとして設計せり。配置及取扱の便宜上主汽罐 3 罐補汽罐 2 罐とし、普通航海狀態に於ては主汽罐は 3 罐を使用する事とし、必要なる場合 2 罐にて航海なし得る事を目標とせり。

4. メカニカルストーカ型式

本船は石炭燃焼を前提とするものにて、手焚と機械焚との 2 方法が比較せられたるも、効率の高上を目的とする本船の場合、上記の大容量罐を手焚とする事は燃焼技術上困難にして、高效率を得られざる事及び手焚水管式汽罐にては水管破裂の際危険を伴ひ易き事等より機械焚を採用する事となれり。次に從來船用として採用せられたる機械焚の 2 型式 underfeed 及 chain grate の利害を比較研究せられたる結果、下記理由により本船用としては underfeed が適當なるものとして採用せられたり。

(1) chain grate に於ては一般に前部竝に後部煉瓦アーチを必要とするを以て、船用としては充分なる燃焼室容積を得るに不便なり。underfeed に於てはアーチを必要とせず。

(2) 船の動搖激しき時は、chain grate に於ては火床表面が比較的平滑にして火層も薄き爲め火層が片寄り均等の燃焼が得られざる事あり。underfeed に於ては火床面は凹凸大にして火層の片寄りに對する抵抗大にし且火層厚き故に火層の片寄りによる影響を受くること少し。

(3) 汽罐負荷の變化殊に負荷急激に増加する場合に對する flexibility に於て underfeed は chain grate に優る。

(4) chain grate は一般に灰分相當多き石炭の燃焼に適し比較的廣範圍の石炭に使用せらるゝ利益あるに對し、underfeed は灰分比較的少く且灰熔融點比較的高き良質の石炭の燃焼に適し、使用し得る石炭種の範圍に稍と狭し。本船の場合は比較的良質の撫順炭を使用するを以て underfeed の使用に最も適す。

5. 通 風 方 式

本船に於ては汽罐 rating 比較的高き上に煙道に grit arrester を設置する事となりたるを以て此の抵抗に打勝つ爲に通風方式としては closed stokehold 或は平衡通風とするの必要に迫られ其兩式が比較研究せられたり。closed stokehold は航海中灰出しをなす場合爐内への空氣の漏入多く且灰の移動の際の dust trouble 大なる等の不便あり。又汽罐外圍よりの空氣の漏入多く強圧通風機の容量に對する餘裕を大となすを要し、stokehold を気密となす事に相當困難を伴ひ運轉上も不便あるも、本方式は強圧通風機のみにて足り風道少くなるを以て構造配置比較の簡單なり。之に對し平衡通風は強圧竝に誘引兩通風機を要し構造複雑となるも、火爐は通風圧力は殆んど平衡状態に近きを以て、航海中の灰出し容易にして且汽罐外圍よりの空氣の漏入少く汽罐室内の運轉作業上も便利なり。此の比較研究の結果本船に對しては主として灰出しの便利なる點より平衡通風を採用する事となれり。

6. 汽 罐 構 造

主汽罐は添附要目及び第 2 圖竝に第 5 圖に示す通りにして、比較的丈高き三胴型にして舷側の水管を著しく外方に彎曲せしめ出来る丈大なる燃燒室容積を得せしめ、火床面より水管迄の高さも高くする様考慮し、比較的揮發分多き撫順炭の燃燒に便ならしめたり。配置上瓦斯は single flow 式とし、舷側の水管は主として輻射熱を受くる内側の水管と降水管となる可き外側の水管とより成り、尙汽罐外圍の外方に少數の瓦斯に觸れざる降水管を有し、罐水循環の確實を圖る。船體中心側の水管は前部及後部の 2 群に分れ、其の中間に過熱器を有し罐水循環の確實を圖る。各水管は適當に彎曲せしめられ、且罐全體は下部ドラムにて支へられ上方に自由に伸び得る様にし、罐全體として熱膨張に對し充分なる伸縮性を有する如く考慮設計せり。

7. メカニカルストーカ構造

本船汽罐用メカニカルストーカは添附要目及び第 3, 6 圖に示す如く Taylor multiple-retort underfeed にして、4 箇の retort を有す。各 retort は矩形斷面の溝にして、其の上縁はストーカ前方より後方に行くに従ひて下方に傾斜し、又 retort の底面は上縁より少き角度を以て前方より後方に傾斜せり。火床は重なり合ひたる一聯の板より成り、各 retort の上縁に支へらる。此の板を tuyere と稱し上面は平滑なる面にして下面には rib を有し空氣噴出口を形成す。石炭は coal hopper に補給せられ ram の往復運動により retort 内に送らる。ram の後方に第 1 及第 2 pusher ありて ram により送られたる石炭を更に後方に送る作用をなす。前述の如く retort は其の volumetric capacity がストーカ前方より後方に行くに従ひ減少せる爲め、retort に送られたる石炭は retort の上縁の全長に互り溢れ火床全面は石炭を以て覆はるゝ事となる。石炭層は一般に厚く tuyere 上 300 乃至 500 耗、或種の石炭に於ては夫以上に達す。燃燒は空氣供給の tuyere 面より上に於て行はるゝが故に、石炭は火層の下方より送らるゝ事となり、即ち underfeed せらるゝ事となる。下方より

送られたる石炭は空気を供給せられ上層の熱を受けて發生せる揮發分が燃焼し、更に上層に送らるゝに従ひ骸炭然となれる石炭が自熱燃焼せしめらる。火層上部に生じたる灰は火層の underfeed により漸次に後方に送らる。

tuyere のある火床の後方には上下に動く Q 型 extension grate ありて、下方より少量の空気を供給せしめられ前方より送られたる殘留可燃物の燃焼を完了せしめ、且火層の前方より後方への動きに對し抵抗を與へ火層の underfeed を助ける作用をなす。Q 型 extension grate の後方には ash damp plate あり、此の部は空気を供給せられざる部分にして灰溜りを形成す。燃焼用空気としては空気豫熱器にて豫熱せられたる空気が風道によりストーカ下部空気室に導入せられ、之より tuyere 及 extension grate 下部に供給せらる。負荷の變化に應ずる爲めストーカ電動機は毎分 1,200~400 回轉の間に變速可能にして、尙 2 段の變速齒車裝置あり。石炭の種類に對し火層の厚さを加減する爲め各 pusher 及 extension grate の行程調整裝置あり。

8. 自働給水加減器

水管式汽罐はスコッチ汽罐に比し罐水著しく少きを以て、自働給水加減器は實用上缺く可からざるものとなる。本汽罐に於ては三菱ロボット式を採用せり。本器はフロート式にしてフロート室は船の動搖の影響を受くる事の出来る丈少き様、蒸気胴の中心而も前方鏡板に成る可く近く設置する事とせり。

9. 石炭運搬方法

石炭運搬方法として從來機械的方法を採用するものは少數にして、一般に人力によるか或は self trimming bunker system なり。本船に於ては第 1 圖 (1) 及 (3) に示す如く石炭庫を上下二段に仕切り、ストーカの coal hopper 上部に coal chute を設置し、上段石炭庫の石炭は運炭車にて人力により運搬し coal chute に落し込む事とし、下段石炭庫の石炭はストーカ前方床面より手によりストーカの coal hopper に投入する事とせり。

10. 灰出し方法

第 3 圖に示す如く後方下部に二重扉式の ash pit を備へ、ash damp plate 上に溜りたる灰は時々汽動の damp plate を動かして ash pit 内に落とし、散水して消火せしめて放置し、damp plate 上が灰を以て覆はるゝに至り後方 ash pit 扉を開き ash pit 内の灰を掻き出す。此の際爐内への空気の漏入殆んど無き故に、爐内の燃焼状態に影響を及ぼす事無し。普通航海状態に於ては灰は 3, 4 時間毎に一度出す程度なり。罐外部に出したる灰は ash ejector により船外に排出せしめらる。

11. 汽罐運轉用裝置

主汽罐 1 號及 2 號の中間に計器盤を設置し、之に下記計器を裝備す。

(1) エンヂン テレグラフ	1 箇
(2) 信號用電鈴	1 箇
(3) 汽罐圧力計 (各罐 1 箇)	3 箇
(4) 通風圧力計	
燃焼室圧力計 3 點指示	1 箇
ストーカ空気室圧力計 3 點指示	1 箇
(5) 自働給水加減器作動ピストン	
上下部圧力計 (各罐 2 箇)	6 箇

尚ストーカ電動機制御器、強圧通風機用蒸気加減瓣操作ハンドル、誘引通風機用電動機制御器を汽罐室内而も中央部に集め、前記計器盤を見つゝ運轉をなすに便ならしめたり。

12. Grit Arrester

本船には煙道瓦斯内の cinder を取る爲め第 1 圖 (1) に示す如く遠心力利用の grit arrester を誘引通風器出口煙道に裝備せり。本装置により取られたる cinder は下方汽罐室に導かれたる管内に溜り、時々其の底部の瓣を開きて取出す事とせり。

13. 煉 瓦 積

ストーカ側方壁の火層に接觸する部には carborundum 煉瓦を使用し、clinker の附着を成る可く防止し、尙 clinker 附着せる場合にも其の脱落を容易ならしむ。火爐上部の煉瓦はボルト締めとし下部煉瓦はタンクトップより積上げ、處々にアンカーボルトを置き煉瓦壁を丈夫にせり。

14. 汽罐及ストーカ運轉

實際航海状態に於ては給炭速度は主機負荷状態に對し 2, 3 段程度に加減し、汽罐圧力の刻々の變化に對しては通風圧力を變化せしめて之に應ずるものにして運轉極めて容易なり。急に主機増速をなす場合には、豫め相當量の給炭をなし置き、増速に伴ひ通風圧力を増す事により容易に應じ得られ、急停止の場合にはストーカ電動機通風機を停止し、空気室入口ダンパーを全閉する事により火勢を急減し得らる。尙一晝夜以上の埋火も可能なり。

ストーカ燃焼方法の利點を挙げれば

(1) 石炭補給が手焚きの如く間歇的ならずして連續的なり。揮發分は火層下方より全面略々均等に發生し適量の空氣供給の下に燃焼せしめらるゝを以て、殆んど無煙の良好なる燃焼をなし得らる。

(2) 過剰空氣を少量ならしめ得る。

(3) 火層は self cleaning にして灰は爐内後方に溜り、此の灰を爐内の燃焼状態に影響を及ぼす。

事無く取出す事を得。

(4) 汽罐室を清潔ならしめ得る。

(5) 人力を節約し得る。

汽罐は罐水量少く罐水循環良好にして、且汽罐全體は熱膨脹に對する伸縮性に富むを以て冷水より使用圧力迄數時間内に圧力上昇せしむる事を得。

15. 汽罐内部掃除及び給水處理

汽罐内部の掃除は電動式 tube cleaner により行はるゝものなるが、水管式汽罐殊に高圧汽罐に於ては給水處理に注意し、罐内部の掃除を成る可く少からしむる事が信頼性ある運轉狀態を持続する上に最も必要なる事なり。

本船に於ては給水は空氣を成る可く混入せしめざる様密閉給水式となし、油の混入を防ぐ爲め主汽罐給水には往復式機關の排汽を混ぜざる様にす。補給水は低圧汽罐より得らるゝ蒸溜水を以てし、尙其の上に化學的給水處理方法を併用す。化學的給水處理方法としては第三磷酸曹達を使用す。復水器の漏りに對しては特に注意し、電気式檢鹽器を裝備す。船内に簡易罐水試驗裝置を備へ、罐水を時々検査し其の硬度、PH 價、クロールを検出し、夫れにより罐水ブロー及び化學的處理方法の調整を行ふ。罐水に對する制限として現在本船に於て實行し居る數字は下記の通りなり。

(1) 硬度は 0.5 度（獨逸硬度）以下とす。

(2) PH 價は 9~11 とす。

(3) 罐水濃度は 1,000 PPM 以下、クロールは 200 PPM 以下とす。

16. 船用水管式汽罐用メカニカルストーカの實例（第1表參照）

船用水管式汽罐にメカニカルストーカの始めて採用せられたるは 1919 年和蘭 KPM 船 “Van Swoll” “Patras” 等にして、型式は center-retort underfeed なり。併し是等の實例中には使用炭に不適當なる事等の理由により手焚きに變更せられたるものあり。

1927 年 Canadian Steamship 社の Beaver 級船に multiple-retort underfeed が採用せられてより以來、主として英國に於て多數の同型式ストーカが採用せられ、米國湖水用 train ferry に對し chain grate が採用せられたり。

通風裝置は KPM 船は強圧通風機附の open stokehold, “City of Flint” 及 “City of Saginaw” 2 船は強圧通風機附の open stokehold にして、煙道に steam jet type induced apparatus を有す。Beaver 級船及黒龍丸、鴨綠丸は強圧及誘引通風機附の平衡通風式、其他は closed stokehold なり。

石炭運搬方法は “City of Flint” 及 “City of Saginaw” は機械的方法、“Duke of York”, “Twickenham Ferry”, “Hampton Ferry”, “Shepperton Ferry” は self trimming bunker、黒

龍丸鴨綠丸は self trimming coal chute 及 hand feed, その他は hand feed を採用す。

灰出し方法は“City of Flint”, “City of Saginaw” に於て steam ejector による機械的方法を採用せる以外は全部人手により掻出す方法を採用せり。“Duke of York” に於ては灰分多き粗惡炭を使用し相當大なる clinker を生ずるを以て clinker crusher を有す。

以上の實例に於ける實績によれば、underfeed に對しては使用炭を適當に選定するを可とす。即ち灰分比較的小く灰熔融點比較的高き石炭を適當とす。但し clinker crusher 等灰處理に對する適當なる對策を考慮せば相當廣範圍の石炭を使用し得る事實を示せり。chain grate は石炭の灰分特に少き場合は火床棧の燒損を生じ易し。船用としては適當なるアーチの設計一般に困難にして二次空氣を使用するを要す可く、此の場合火床棧の燒損を生じ易きを以て注意するを要す。併し chain grate は使用石炭の範圍廣き利益あるを以て、比較的小水航路用としての特殊の用途を期待し得るものと考へらる。

終りに本高圧高溫プラントを進んで採用せられ、尙本講演に對し種々御援助を與へられたる大阪商船會社に對し深甚の謝意を表する次第なり。

参 考 資 料

1. 機關要目	
2. 機關室配置圖	第 1 圖 (1), (2), (3), (4)
3. 主 汽 罐	第 2 圖
4. テーラー式ストーカ	第 3 圖
5. 過 熱 器	第 4 圖
6. 主汽罐寫眞	第 5 圖
7. ストーカ寫眞 其の 1	第 6 圖
8. 同 上 其の 2	第 7 圖
9. 船用水管式汽罐用メカニカルストーカー一覽表	第 1 表
10. 鴨綠丸公試運轉成績摘要表	第 2 表
11. 同 上 (汽罐關係)	第 3 表
12. 鴨綠丸使用石炭分析及びプラント全效率	第 4 表

機 關 要 目

船體寸法	垂線間長	128 米
	型 幅	17.4 米
	型 深	10.15 米
	總 噸 數	7,369.33 噸

(1) 主 機 械

(イ) 型式及臺數 三菱ツエリー式衝動タービン (三菱式二段減速裝置附) 2 臺

(ロ) 使用蒸気状態

蒸気圧力 (蒸気室にて)	25 託/種 ² (ゲージ)
蒸気温度 (蒸気室にて)	380°C
復水器上部真空 (ノルマル出力にて)	717 耗

(ハ) 軸馬力及回轉數

	過 負 荷	ノルマル	後 進
軸 馬 力	2×3,900	2×3,250	2×1,950
毎分回轉數	推進器	144	115
	高压タービン	6,827	5,452
	低压タービン	3,666	2,928

(ニ) タービン

	段 落 數	翼平均直徑
前 進	高压タービン	8
	低压タービン	6
後 進	高压タービン	1
	低压タービン	1

(ホ) 減速装置

	齒 數	節 圓 直 徑	齒 幅
第一段	高压兒齒車	29	4.715 吋
	低压兒齒車	54	8.779 "
	親 齒 車	287	46.657 "
第二段	兒 齒 車	43	15.637 "
	親 齒 車	206	74.910 "

(ヘ) 製作所 三菱重工業株式會社長崎造船所

(2) 推 進 器

型式	4 翅組立エロフオイル式
直徑	3,650 耗
節	4,080 耗 (平均)
展開面積	4.6 米 ²
製作所	三菱重工業株式會社長崎造船所

(3) 主 復 水 器

型式	三菱式横置型
臺數	2 臺
冷却面積	330 米

製作所 三菱重工業株式會社長崎造船所

(4) 主タービン發電機

型式	タービン	三菱衝動タービン
	發電機	防滴型平複巻直流
臺數		2 臺
出力	全負荷	160 キロワット
	過負荷	187.5 キロワット
電圧		225 ボルト
蒸気状態	圧力	25 ㏩/㏩ ²
	溫度	380°C
	排汽	2.3 ㏩/㏩ ²
製作所	タービン	三菱重工業株式會社神戸造船所
	發電機	三菱電機株式會社

(5) 補助機械 (次頁の表参照)

(6) 主 汽 罐

(イ) 型式及數

汽罐型式	三菱三胴型舶用水管式汽罐	3 罐
過熱器型式	管間横置型	
空氣豫熱器型式	鋼管型	
通風方式	平衡通風	
主汽罐製作所	三菱重工業株式會社長崎造船所	
燃燒裝置	Taylor Multiple-retort Underfeed Stoker	
	製作所 英國 Taylor Stoker Co.	
スートブロワー	製作所 三菱重工業株式會社長崎造船所	
	數 各罐 4 箇 (汽罐及過熱器用)	
	各罐 1 箇 (豫熱器用)	
給水加減器	三菱ロボット型	
	製作所 三菱重工業株式會社神戸造船所	

(ロ) 計畫要目

汽罐圧力	27 ㏩/㏩ ² (ゲージ)
蒸気溫度	390°C

製 作 所	型 式	臺 數	蒸 氣 壓 力	電 動 機 馬 力	電 氣 壓 力
長崎造船所 三菱電機	復水唧筒	2	—	11	—
川崎造船所	送水唧筒	2	25	—	—
神戸造船所	主給水唧筒	2	25	—	—
山本チームポンプ	錠船用主給水唧筒	2	—	12	—
山本チームポンプ	補助給水唧筒	2	12	—	—
神戸造船所	強圧注油唧筒	2	12	—	—
彦島造船所	消防及雑用唧筒	1	12	—	—
彦島造船所	消防及灰放射唧筒	1	12	—	—
彦島造船所	消防及ビルヂ及びバースト唧筒	1	12	—	—
彦島造船所	衛生唧筒	1	8.5	—	—
彦島造船所	清水唧筒	1	8.5	—	—
神戸造船所	非常用ビルヂ唧筒	1	—	11 KW	—
長崎造船所 石川島造船所 長崎造船所	誘引通風機(主汽缸)	2	—	34	—
長崎造船所 石川島造船所 長崎造船所	風圧通風機(主汽缸)	2	12	—	—
長崎造船所 石川島造船所 長崎造船所	風圧通風機(輔汽缸)	1	12	—	—
長崎造船所 石川島造船所 長崎造船所	機械室送風機	1	—	2.75	—
長崎造船所 石川島造船所 長崎造船所	油清淨器	1	—	1.5	—

型	式	補助復水器	油冷却器	高壓給水 加熱器	中壓給水 加熱器	低壓給水 加熱器	給水加熱器 (補汽罐用)	疏水冷却器	過熱下降器	空氣抽出器	灰放射器	グリットア レスター
臺	數	2	2	1	1	1	1	1	1	2	2	1
製	作 所	高圧 長崎造船所 低圧 車出鐵工所	播磨造船所	浦賀船渠	播磨造船所	吉見鐵工所	吉見鐵工所	吉見鐵工所	長崎造船所	播磨造船所	長崎造船所	長崎造船所

蒸發量（ノルマル）	9,600 珎/時（各罐）
„（最大）	12,000 珎/時（各罐）
給水溫度	135°C
空氣溫度（豫熱器入口）	25°C
„（豫熱器出口）	145°C
火床面積（水平投影面積）	7.43 米 ² （各罐）
水管受熱面積	385 米 ² （各罐）
過熱器受熱面積	110 米 ² （各罐）
空氣豫熱器受熱面積	265 米 ² （各罐）
燃燒室容積	25 米 ³ （各罐）
罐水量	11,700 珎（各罐）

(ハ) 各部寸法

主汽罐、過熱器及空氣豫熱器

蒸気ドラム

箇數	1 箇
内徑	1,300 耗
長	5,220 耗
接合型式	鉚接合

水ドラム

箇數	1 箇	1 箇
内徑	1,000 耗	640 耗
長	5,070 耗	4,917 耗
接合型式	鉚接合	鉚接合

蒸發水管

數	364 本	625 本
外徑	50 耗	38 耗
材質	冷間引拔鋼管	

降路水管

數	15 本
外徑	50 耗
材質	冷間引拔鋼管

過熱器管

數	30 本
外徑	38 耗
材質	冷間引拔鋼管
空氣豫熱器管	
數	1,032 本
外徑	50 耗
材質	冷間引拔鋼管
ストーカ	
火床長	3,505 耗
火床幅	2,121 耗
Retort 數	4 箇
Ram 徑	9.5 吋
Pusher 數 (各 Retort)	
第一 (上段)	1 箇
第二 (下段)	1 箇
Tuyere 數 (各列)	27 箇
驅動電動機	
馬力	3
回轉數 毎分	400~1,200
電源	直流 220 ボルト

(7) 補 汽 罐

(イ) 型式及數

汽罐型式	船用片面型スコッチ 2 火爐汽罐 2 罐
空氣豫熱器型式	鋼管型
通風方式	強圧通風
火爐型式	モリソンサスペンション型
燃燒方式	手焚式
汽罐製作所	三菱重工業株式會社長崎造船所

(ロ) 計畫要目

汽罐压力	13 ㊲/㊲ ² (ゲージ)
蒸気溫度	197°C (飽和溫度)
最大蒸發量	3,500 ㊲/時 (各罐)

給水温度	110°C
火床面積	3.2 米 ² (各罐)
總受熱面積	129.3 米 ² (各罐)
空気豫熱器受熱面積	60.8 米 ² (各罐)
燃焼室容積	4.6 米 ³

(ハ) 各部寸法

罐胴内徑	3,350 耗
罐胴平均長	3,500 耗
煙管外徑	76 耗
皺型火爐内徑	890 耗
空気豫熱器管外徑	50 耗

第 1 圖 機關室配置圖 (1)

第 1 圖 機關室配置圖 (2)

第 1 圖 機關室配置圖 (3)

第 1 圖 機關室配置圖 (4)

第 2 圖 主 汽 罐

汽 罐 主 體
橫切面圖 (1/2 縮小)

汽 罐 主 體
縱切面圖 (1/2 縮小)

第 3 圖 テーラー式ストーカ

第 5 圖 主 汽 罐 寫 真

第 6 圖 ストーカー寫眞 (其の 1)

第 7 圖 ストーカー寫眞 (其の 2)

第 1 表

舶用水管式汽罐用メカニカルストーカー一覧表

船 名	船 主 名	ストーカー 製作年	機関型式	ストーカー付 汽罐型式と数	ス ト ー カ	
					型 式	製 作 所
VAN SWOLL	K. P. M.	1919年以後		バブコック	CENTER-RETORT UNDERFEED	UNDERFEED STOKER Co.
PATRAS 等 33隻						
BEAVERBURN	CANADIAN STEAM SHIP Co.	1927	タービン	ヤロー (4)	MULTIPLE-RETORT UNDERFEED	ERITH'S ENGINEERING Co.
BEAVERDALE	"	"	"	"	"	"
BEAVERFORD	"	"	"	"	"	"
CITY OF FLINT	PERE MARQUETTE RLY.	1929	"	バブコック (4)	CHAIN GRATE	BABCOCK & WILCOX Co.
CITY OF SAGINAW	"	"	"	" (4)	"	"
BEAVERBRAE	CANADIAN STEAM SHIP Co.	1930	"	" (4)	MULTIPLE-RETORT UNDERFEED	ERITH'S ENGINEERING Co.
BEAVERHILL	"	1931	"	" (4)	"	TAYLOR STOKER Co.
DUKE OF LANCASTER	L. M. S. RLY.	1931	"	" (2)	"	ERITH'S ENGINEERING Co.
PRINCESS MAUD	"	1934	"	" (4)	"	"
GREAT WESTERN	G. W. RLY.	1934	レシプロ	" (2)	"	"
TWICKENHAM FERRY	SOUTHERN RLY.	1934	タービン	ヤロー (4)	"	TAYLOR STOKER Co.
HAMPTON FERRY	"	1934	"	"	"	"
SHEPPERTON FERRY	"	"	"	"	"	"
SHUNTEN	CHINA NAVIGATION Co.	1934	"	バブコック (2)	"	ERITH'S ENGINEERING Co.
DUKE OF YORK	L. M. S. RLY.	1935	"	" (4)	MULTIPLE-RETORT UNDERFEED	"
DUKE OF ROTHESAY	"	"	"	" (2)	"	"
DUKE OF ARGYLL	"	"	"	" (2)	"	"
黒龍丸	O. S. K.	1937	"	三菱 (3)	"	TAYLOR STOKER Co.
鴨緑丸	"	"	"	"	"	"

備 考

K.P.M. = KONINKLIJKE PAKETVAART MAATSCHAPPIJ, HOLLAND.
 CANADIAN STEAM SHIP Co., ENGLAND.
 PERE MARQUETTE RLY = PERE MARQUETTE RAILWAY Co., AMERICA.
 L.M.S. RLY = LONDON, MIDLAND & SCOTISH RAILWAY Co., ENGLAND.
 G.W. RLY = GREAT WESTERN RAILWAY Co., ENGLAND.
 SOUTHERN RAILWAY Co., ENGLAND.
 CHINA NAVIGATION Co., ENGLAND.

第 2 表

鴨綠丸公試運轉成績摘要表

施行年月日 施行場所 吃水の模様 海上の模様	12-9-13		12-9-16	
	三重沖 最適吃水 平穩		三重沖 半載吃水 平穩	
試験種類	過負荷	後進全力	4/4	4/4 石炭消費量 (密閉排汽)
速力 (節)	18.581	—	16.868	
主軸回轉平均	156	118	145	145
軸馬力 (佛)	8,225	4,066	6,546	6,565
使用噴口數	28+過負荷	12	28	28
蒸気圧力 kg/cm ²	汽 罐	26.9	26.8	26.6
	主蒸気	24	24	24.8
	高圧左	23.8	22	24.3
	蒸気室右	23.8	22	23.9
蒸気温度 °C	汽 罐	384	378	370
	主蒸気	384	370	366
	高圧左	358	—	357
	蒸気室右	354	—	349
復水器真空上部	左	718	716	720
	右	718	710	723
海水温度 °C	26	26	26	26
使用罐數	主汽罐	3	3	3
	補汽罐	2	2	2
給水温度 °C	—	—	149	149
石炭消費量 kg/軸馬力時	—	—	—	主汽罐 0.424 補汽罐 0.047
使用石炭	主汽罐 撫順炭 發熱量 (使用炭其儘) 7,037.7			
發熱量 カロリー/kg	補汽罐 高島炭 發熱量 (同上) 7,716.7			

備考: ~ 上記石炭消費量試験は普通排汽にて 2 時間半試験後引續いて密閉排汽にて 2 時間半施行せるものなり。

第 3 表
鴨 緑 丸 公 試 運 轉 成 績 摘 要 表
汽 罐 關 係

施 行 年 月 日	12-9-13	12-9-16
施 行 種 類	過 負 荷	4/4石炭消費量
蒸 気 圧 力 (瓩/瓩) 主汽罐	26.9	26.4
同 補汽罐	13.1	13
蒸 気 溫 度 °C 主汽罐	384	381
空 気 溫 度 °C 主汽罐	強 圧 通 風 機 入 口	43.5
	空 気 預 熱 器 出 口	165
空 気 壓 力 主汽罐	強 圧 通 風 機 出 口	147
	ス ト ー カ 空 気 室	38.3
瓦 斯 壓 力 主汽罐	燃 燒 室	-12.5
	誘 引 通 風 機 入 口	-30
ス ト ー カ	クランク回轉數 毎分	0.96
	ブッシャーストローク第一	76
	同 上 耗 第二	32
	Qダレートストローク耗	76

第 4 表
鴨 緑 丸 使 用 石 炭 分 析 及 プ ラ ン ト 全 効 率

		主 汽 罐 用	補 汽 罐 用
種 類		撫 順 特 粉 炭	高 島 中 塊 炭
近 性 分 析	固 定 炭 素 %	49.04	56.13
	揮 發 分 %	41.17	36.61
	分 分 %	5.15	5.97
	水 分 %	4.64	1.29
	計 %	100.00	100.00
	濕 分 %	0.49	1.91
發 熱 量 カロリー/瓩	乾 燥 試 料	7,416.5	7,970.8
	石 炭 其 儘	7,037.74	7,716.71
灰 熔 融 點		1,630	
石 炭 消 費 量 瓩/軸馬力時		0.424	0.047
プ ラ ン ト 全 効 率 %		18.9	

備考:〜 上記プラント全効率は使用炭其儘の發熱量を基礎とし、軸馬力に對し計算せる全プラントの熱効率なり。

討 論

○座長(重光 藤君) 只今の御講演に就て御質問又は御討論がありましたら御述べて願ひます。何方か御座いませんか。

○奥村彰三君 燃焼すると灰分が出来る事等から考へて、三池炭等の如く灰分粘着性强き石炭をあの様に御使ひになつて困る様な事はありませぬか。

○幸田 功君 三池炭は焚いて見ませんが、其の性質から under feed に對して不適當と思はれます。あれは灰の熔融點低く、粘結性も或程度は良いのですが、三池炭の様に烈しいのは適しません。

○奥村彰三君 それから通風器の事です、誘引通風器を用ひられたのは draught の關係からですか。

○幸田 功君 之は draught の關係からです。通風を増す爲には平衡通風と closed stokehold と兩案あるのですが、兩者を比較研究し、航海中に灰を出す事からさうしたのであります。

○奥村彰三君 空氣豫熱器を使用して煙突内の燃焼瓦斯の保有する排熱を餘りに利用すると煙突内の瓦斯溫度が下降し従て draught が悪くなり、石炭が燃えにくい事はありませんか。

○幸田 功君 誘引通風器を用ひた爲にですか。

○奥村彰三君 いゝえ、誘引通風器を用ひない時に、煙突の溫度が下る爲に悪くなりませんか。

○幸田 功君 それもあります。本汽罐では比較的 evaporation rating を高め、空氣豫熱器を相當大きくしたゝめ煙道瓦斯の溫度が低くなり、グリットアレスターを設置する事により更に抵抗が増したゝめ強圧通風器のみでは closed stokehold にせぬ限り通風圧力が不足する事になり、誘引通風器を使用する必要が生じた次第です。

○奥村彰三君 それから強圧通風機及誘引通風機の風量は normal と maximum とに對して變へられる様になつて居ますか、それは調整で變りますか。

○幸田 功君 無論變ります。それを調整しますには furnace の通風圧力を -2mm 程度に保持する様に強圧通風機の風量の増減に従つて誘引通風機の風量を増減調整します。

○奥村彰三君 どうも有難う御座いました。

○座長(重光 藤君) 他に何方か御座いませんか。

○武村耕太郎君 一寸伺ひますが、炭塊の大きさには制限はないのですか。又粉炭の程度でもよいのですか、それから給氣溫度は何の位でありませうか。

○幸田 功君 通風器の入口で 46.5° で、出口で 159.5° になつて居ります。

○武村耕太郎君 其の溫度は更に pre-heater の面積を増せばよいのでせうが、溫度をもう少し増すと云ふ御考へがおありになりませんか。

○幸田 功君 之れは強圧並誘引通風器の圧力を増す事により容易に増せると思ひます。もつと増せばよいのですが只空氣豫熱器及風道の据付場所の問題です。

○武村耕太郎君 それでは尙増大してもよいのですね。

○幸田 功君 えー、さうです。

○武村耕太郎君 では石炭の大きさはどうですか。

○幸田 功君 餘り大きいのは困りますが、ram の dia が 9" でありますから普通 2 吋〜3 吋角位迄の塊炭なればよいのです。塊炭で入つても中で粘結性により固まるのですから。又粉炭を用ひても同様に中で固まつて block を作りますから粉炭でもよろしいのです。

○武村耕太郎君 さうすると、石炭の種類に依つては coal crusher の必要はありませんか。

○幸田 功君 實際問題としては先づその必要なしと云つてよいと思ひます。時に 4" 位の block が混入する事は實際運轉上大した支障は無からうと思はれます。

○武村耕太郎君 secondary air は用ひぬのですか。

○幸田 功君 使つてゐませぬ。stoker をつけた船で、secondary air を用ふる船もありますが、本型式の燃焼理論から云ひますれば無くてもよいと思ひます。

○武村耕太郎君 それから發煙の程度はどんなものですか。

○幸田 功君 發煙につきましては前に申し上げませんでした、本型式ストーカは揮發分が火床面各部略一樣に出るため、他のよりは比較的發煙少く、少し air を餘計にやりますれば全然無煙に近くなります。

○武村耕太郎君 先程の御話では excess air が少くて濟むと云はれましたが。

○幸田 功君 それは手焚きに比較しての問題です。例へば手焚きでは 75% 以上の excess air を用ひるのに對し、mechanical stoker では 50% 程度の excess air でよい事になります。

○武村耕太郎君 今のは發煙の事です、或 mechanical stoker の船では load を下げて rate of combustion が少い時には發煙が多いと云ふ事を聞きましたが如何ですか。

○幸田 功君 夫れは運轉で経験したのですが、fire bed が厚すぎるのであります。load の低い場合 fire bed を比較的薄くすれば充分無煙の状態にし得ます。厚い儘であまり air を供給せず load を下げますと、其の様な事を經驗致します。

○武村耕太郎君 それは調節出来ませうな。

○幸田 功君 えー、出来ます。

○武村耕太郎君 軍艦はさて置き、商船にては coal を有効に使用すると云ふ事は我が國の如き石油産額の少い國では必要な事と私は豫々感じて居りますが、只今此の兩船の成績の至極良好なるを承り、誠に燃料國策上から見て慶賀すべき事と思ひます。我が國の商船は此の見地から一層石炭を経済的且合理的に使用する様に進むべきで、尙努力すべきであると思ひます。本船は高圧、高温度の罐を使用され、mechanical stoker を進んで用ひられたのは誠に有意義のことと思ふ次第です。一言所見を申述べました。

○座長(重光 藤君) 外に御座いませんか。

○村田義鑑君 私は此事には素人ですが、water tube boiler は相當に製作されましても mechanical stoker を利用して居るのが案外妙い様に存じます。勿論理窟や計算通りの効果が擧らぬ爲であらうと考へます。今御話の様なものは coal を段々先へ先へと送り込み火が附くのを待つて居ると言つた方式ですが、それでなくいきなり燃火の中に石炭を放り込むといふ様な方式には出来ないものでせうか。例へば學校出たての者が獨立してやらずに先輩の中へ飛び込んで 100% の仕事をする、即ち新しい coal が先へ進み、能く燃えて居る coal が返つて來るといふやうな方法は出来ないものでせうか。次に燃料の問題ですが、燃料は直ちに點火し得る事が重要條件であらうと思ひます。それには石炭を其儘で焚かず oil と混合させるといふ企てが十數年前米国でストリート氏によりて工夫せられて居ります。又 1932 年には英國キューナード會社のシシヤ號が僅か 150 tons の膠質燃料で大西洋を見事に往復して世界記録を作つて居ります。日本海軍燃料廠でも石炭褐炭等を水素含有瓦斯加圧下にて熱處理をなし石油重油等を加へ捏和した膠質燃料の發明を本年發表せられました。石炭の液化も至極結構なれども先づこの膠質燃料に對する mechanical stoker をも吾々造船家が考へなくてはならないかと存じます。この方がもつと普及性がありはせぬかと一寸思ひ附いたので申し上げた次第であります。

○幸田 功君 今の御話は微粉炭又は colloidal fuel の問題であります、その内微粉炭は既に boiler としては名古屋丸、ジョホール丸等で Scotch boiler で實現されてゐますが、微粉炭としては狭い燃焼室は不適當で水管罐に對して初めて良い效果を示すものと考へられます。水管式に對する微粉炭又は膠質燃料は大いに考へなければならないと思ひます。

○座長(重光 藤君) 他に何方か御質問はありませんか。無ければ私より一言申し上げます。私は此の方面には素人ですが、此の御講演を聞いて甚だ愉快に感じました。之はさる席上で申し上げた事ではありますが、經濟的な船を造る事は國家的にも又狭くは造船として考へても吾人の生きる唯一の方法であります。其の經濟的の船とは weight の少い、fuel consumption の少い船と云ふ事になると考へますが、先程から承りますと、coal consumption で 20% 少く、又 weight が 37% も減つたと云ふ事は甚だ愉快に思ひます。此處に至られた講演者の御研究及び御苦心は多大なものと思ひます。尙斯様な研究を完成せられた三菱重工業株式會社社長崎造船所の勞を多とする次第であります、同時に之を採用された大阪商船會社の非常なる御勇斷に敬意を表したいと思ひます。斯る事は一方に研究機關があり他方に採用機關が無ければ實現し得ない次第であつて兩者相俟つて初めて技術の進歩が促進せらるゝのであります。此の點に就きましては本協會々員一同が此の積りで進めば天下を動かし得ると思ひます。茲に我々一同は、此の愉快なる論文を拜聴した序でに經濟的な船を造る事に相携へて努力したいと思ひます。幸田君の御講演に對し一同拍手を以て御禮申し上げ度いと思ひます。(一同拍手)